

О СУБЛЕТАЛЬНОМ ДЕЙСТВИИ И ПОСЛЕДЕЙСТВИИ ДДТ
НА *DERMACENTOR SILVARUM* OL. (ACARINA, IXODIDAE)

И. В. Успенский, И. Д. Иоффе

Институт медицинской паразитологии и тропической медицины
им. Е. И. Марциновского Министерства здравоохранения СССР, Москва

Излагаются результаты наблюдений за процессами питания и яйцекладки у отравленных ДДТ самок *Dermacentor silvarum*, родители которых уже подвергались воздействию этого акарицида и преодолели отравление благодаря питанию. Отмечены повышение чувствительности к ДДТ у самок второго поколения и ряд патологических явлений как у питающихся самок, так и в их потомстве.

Результат действия пестицидов может выражаться не только в гибели объектов, но и в изменении их нормальных реакций и уровня обменных процессов, снижении репродуктивного потенциала, угнетении развития последующих фаз и генераций. В противоположность летальному такое действие называют сублетальным. Оно отмечено для пестицидов разных групп и при воздействии на любые фазы развития членистоногих и связывается с различного рода патологическими изменениями внутренних систем органов. Данное явление имеет безусловный общебиологический интерес; на практике оно может являться причиной сохранения высокой эффективности борьбы с устойчивыми популяциями насекомых (Линева, 1970). Имеются обзоры (Moriarty, 1969; Козлова, 1972), рассматривающие некоторые стороны этого явления.

У иксодовых клещей известны факты снижения плодовитости самок, неразвития части отложенных яиц или быстрой гибели вылупившихся личинок после воздействия на сытых особей ДДТ, ГХЦГ и многими другими соединениями (Whitnall et al., 1952; Лутта, Шульман, 1956; Мусатов, 1957; Kitaoka, Yajima, 1957, 1961; Kitaoka, Fujisaki, 1971). Действие ДДТ на голодных клещей может выражаться в изменениях силы и направленности их реакций на свет (Павлов, 1954; Панфилова, Успенский, 1975).

При изучении реакций на отравление ДДТ самок *Dermacentor silvarum*, предки которых уже подвергались воздействию этого акарицида, были отмечены как повышение их чувствительности к яду, так и ряд патологических явлений у питающихся самок и в их потомстве. Описанию этих наблюдений и посвящено настоящее сообщение.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКИ

В 1971 г. в природных условиях были собраны взрослые особи *D. silvarum*, которые были накормлены и прошли весь цикл развития в лаборатории. В мае 1972 г. голодные самки первого лабораторного поколения были обработаны летальной дозой ДДТ (3.0 мкг/особь, или 0.47 мкг/мг веса) и преодолели отравление благодаря своевременному их кормлению; характеристики процессов их питания и яйцекладки не отличались от контрольных (Успенский, Иоффе, Динева, 1975). Последующий цикл развития был также проделан в лаборатории (Успенский и Левиков,

1974). Описываемый опыт был начат в мае 1973 г. с голодными самками следующего, т. е. второго, лабораторного поколения.

Каплю раствора ДДТ в ацетоне наносили на дорсальную поверхность тела самок с помощью микрокапилляра. Количество наносимого ДДТ равнялось таковому в опытах 1972 г. Через 24 часа самок на 3-й стадии поражения, т. е. с сильными нарушениями двигательных функций, но способных передвигаться, сажали под наклейку на кролика и подпускали к ним непораженных самцов в соотношении 1 : 1. Под другую наклейку сажали самок того же происхождения, но не подвергавшихся воздействию ДДТ (с соответствующим количеством самцов).

В качестве другого варианта контроля был поставлен аналогичный опыт с голодными самками *D. silvarum* первого лабораторного поколения, родители которых не подвергались действию ДДТ. Клеши родительского поколения были собраны в природе в 1972 г., и дальнейший цикл развития был проделан в лаборатории. Часть самок этого происхождения подвергали воздействию ДДТ (в том же количестве, что и в основном варианте опыта) и сажали на кролика после наступления 3-й стадии поражения, а другую часть оставляли без воздействия. Таким образом, всего в опыте участвовало 4 группы клещей: три — разные варианты контроля и одна — опытная (табл. 1).

Т а б л и ц а 1
Напитываемость самок *Dermacentor silvarum* с разной предисторией
контакта их родителей с ДДТ

| Происхождение | Воздействие | Число самок | Число напивавшихся |
|---|-------------|-------------|-----------------------|
| F ₁ лабораторное от собранных в природе в 1972 г. | Нет | 10 | 10 |
| | ДДТ | 8 | 8 |
| F ₂ лабораторное от собранных в природе в 1971 г. и в F ₁ преодолевших отравление ДДТ | Нет | 8 | 8 |
| | ДДТ | 11 | 5 |

Состояние клещей проверяли дважды в день, погибших клещей удаляли из наклейки, отпавших — взвешивали и содержали затем в пробирках дифференцированной влажности. У пяти самок из каждой группы ежедневно просчитывали под бинокулярной лупой число отложенных яиц, их дневную порцию (но не менее 100), тут же взвешивали и помещали в отдельную пробирку. В дальнейшем вели наблюдение за развитием яиц, вылуплением и развитием личинок, определяли процент их гибели. Выжившие личинки были накормлены, и далее культура была доведена до F₃ — третьего лабораторного поколения.

Все кормления, яйцекладка и линьки происходили при температуре воздуха в лаборатории в пределах 20—25°. Работа была выполнена на базе экспедиции Института медицинской паразитологии и тропической медицины на строительстве Зейской ГЭС (Зейский район Амурской области).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Напитываемость самок *D. silvarum* первого лабораторного поколения, как не подвергавшихся никакому воздействию, так и находившихся на 3-й стадии поражения после воздействия ДДТ, равнялась 100% (табл. 1).¹ Также напитулись все необработанные самки второго лабораторного поколения, родители которых были обработаны ДДТ и преодолели отравление благодаря питанию. В то же время среди самок этого же проис-

¹ Воздействие одним растворителем не сказывается ни на проценте напивавшихся клещей, ни на величине показателей, характеризующих кладку (Успенский, Иоффе и Динева, 1975).

хождения, но находившихся на 3-й стадии поражения после воздействия ДДТ, питались лишь 5 самок из 11, тогда как остальные погибли вскоре после присасывания.

Т а б л и ц а 2

Характеристики процессов питания самок и кладки яиц контрольных групп *Dermacentor silvarum* (данные по 5 самкам)

| Показатели | F ₁ лабораторное от собранных в природе в 1972 г. | | F ₂ лабораторное от собранных в природе в 1971 г. |
|------------------------------------|--|------------------------|--|
| | без воздействия | воздействие ДДТ | без воздействия |
| Вес самки (в мг) | 636 (455—760) | 760 (500—870) | 520 (414—680) |
| Количество отложенных яиц | 6579 (5064—7945) | 9177 (5730—10245) | 6548 (5236—7712) |
| Вес кладки (в мг) | 405 (301—490) | 526.4 (324—588) | 365.6 (300—425) |
| Вес 1 яйца (в мкг) | 61.5 (59.4—64.2) | 57.3 (55.2—59.5) | 56.05 (53.5—58.0) |
| Число яиц на 1 мг веса самки | 10.38 (9.28—11.86) | 12.07 (11.46—13.66) | 12.6 (12.4—12.85) |
| Отношение веса кладки к весу самки | 0.638 (0.581—0.731) | 0.690 (0.648—0.754) | 0.706 (0.676—0.725) |

П р и м е ч а н и е. Даются средние и крайние (в скобках) значения показателей.

В табл. 2 приведены величины показателей, характеризующих процессы питания и яйцекладки у самок *D. silvarum* разных поколений, не подвергавшихся воздействию ДДТ, и первого лабораторного поколения, находившихся на 3-й стадии поражения после воздействия ДДТ. Эти величины (прежде всего относительных показателей) для необработанных самок второго лабораторного поколения, родители которых преодолели отравление ДДТ, не отличаются от соответствующих величин для обеих групп клещей первого лабораторного поколения. Отсюда следует, что на характеристиках кладок *D. silvarum* не отражается ни один из двух факторов: как преодоление действия ДДТ при первом воздействии (Успенский, Иоффе и Динева, 1975), так и прохождение двух поколений в лабораторной культуре.

Т а б л и ц а 3

Характеристики процессов питания и кладки яиц у *Dermacentor silvarum* второго лабораторного поколения после воздействия ДДТ

| № самки | Длительность питания (в днях) | Вес самки (в мг) | Период до кладки (в днях) | Продолжительность кладки (в днях) | Число отложенных яиц | | Вес нормальной кладки (в мг) | Вес 1 яйца (в мкг) | Число яиц на 1 мг веса самки | Отношение веса кладки к весу самки | Гибель яиц от числа отложенных (в %) | Гибель личинок от числа выплывшихся (округленно) (в %) |
|---------|-------------------------------|------------------|---------------------------|-----------------------------------|----------------------|---------------|------------------------------|--------------------|------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--|
| | | | | | нормальных | сухих и мятых | | | | | | |
| 1 | 7.0 | 500 | 5.0 | 23 | 5489 | — | 326 | 59.4 | 11.0 | 0.652 | 11.3 | 36 |
| 2 | 8.0 | 510 | 9.0 | 19 | 2600 | — | 142 | 54.6 | 5.1 | 0.278 | 57.9 | 75 |
| 3 | 8.5 | 520 | 10.0 | 19 | 3330 | 822 | 148 | 44.5 | 6.4 | 0.285 | 52.7 | 86 |
| 4 | 10.0 | 550 | | | | | | | | | | |
| 5 | 11.5 | 372 | | | | | | | | | | |

Кладки не было

Судьба напивавшихся после воздействия ДДТ пяти самок F₂ была различной, так что усреднить величины большинства показателей не представляется возможным. Поэтому в табл. 3 приводятся данные о каждой самке в отдельности. Видно, что только одна самка (№ 1) дала нор-

мальную кладку; величины относительных показателей, характеризующих кладку этой самки, не отличаются от контрольных (табл. 2). Две самки (№№ 2 и 3) приступили к яйцекладке через значительный промежуток времени и отложили меньшее число яиц, причем внешний вид, форма и размеры яиц отличались от нормы. У самки № 3 часть кладки представлена сухими или мелкими и мятыми яйцами, которые высыхали в течение одного дня после откладки. Процент гибели яиц у самок №№ 2 и 3 был весьма высок. Самки №№ 4 и 5 кладки не дали; при вскрытии их через 14 и 12 дней соответственно после отпадения с кролика обнаружены непереваренная или слабо переваренная кровь и неразвитые яичники.

В дальнейшем у трех самок, давших кладки, наблюдалась значительная гибель голодных личинок (табл. 3). У самки № 1 погибли все личинки, вылупившиеся из яиц, отложенных во второй половине периода кладки, тогда как личинки из яиц более ранней откладки гибли лишь единицами. Это в общем свойственно и контролю. У двух других самок, напротив, погибла подавляющая часть личинок из первых порций яиц, хотя гибель остальных была также значительна. Выжившие личинки были накормлены на белых мышах, причем отход был в пределах нормы (точных подсчетов не проводили). Слиявшие нимфы нормально развивались, были накормлены на морских свинках и сляли в имаго третьего лабораторного поколения.

ОБСУЖДЕНИЕ

Прежде чем назвать описанные выше явления, целесообразно определить термины, учитывая, что в настоящее время в терминологии нет достаточной четкости. Проявления нелетального действия пестицидов обозначают как «последствие», как «метатоксическое действие» и как «сублетальное действие»; при этом одним и тем же термином называют нарушения, происходящие на разных уровнях (организменном, популяционном) и по различным причинам (Козлова, 1972; Курдюков, 1972), а наличие или отсутствие пестицидного вещества в организме наблюдаемых особей не принимается во внимание. Приводимые ниже определения имеют единственной целью хотя бы частичное преодоление существующей неоднозначности терминов.

Последствие пестицидов может пониматься в широком смысле слова и включать в себя явления самых разных причин и на различных уровнях: развитие устойчивых к пестицидам популяций, стимуляцию роста и размножения вредителей в результате изменения условий питания, общую дезорганизацию биоценозов и т. д. Это самый общий термин.

Под сублетальным действием пестицидов на организм мы понимаем качественные или количественные нарушения в нормальных физиологических отправлениях, проявляющиеся у особей после воздействия на них нелетальными дозами пестицидов (в том числе и у выживших после воздействия летальными для других особей дозами). Те же нарушения у их последующих фаз развития или поколений логично называть сублетальным последствием на организм.

Только в тех случаях, когда сублетальные нарушения происходят при доказанном или достоверном отсутствии яда, можно говорить о метатоксическом действии. Здесь этот термин употреблен в своем буквальном смысловом значении (греч. *meta* — после, *toxicon* — яд); речь идет о нарушениях, происходящих после проявления токсического действия яда, т. е. в его отсутствие. Для особей, непосредственно подвергнутых воздействию пестицида, это будет прямое метатоксическое действие; для их последующих фаз развития или поколений — продолженное метатоксическое действие. Учитывая данные Бёрда о передаче ДДТ от самок мух в яйца и личинкам (Beard, 1965), Линевой и Лурье (1973) о трансвариальной и трансфазовой передаче ДДТ и хлорофоса у комнатной мухи, приходится думать об ограниченных возможностях проявления метатоксического действия в предлагаемом понимании.

Таким образом, описанные выше феномены можно классифицировать как проявление сублетального действия и последствия ДДТ на клещей *D. silvarum*. Гибель части самок после подсадки их на кролика также можно охарактеризовать как проявление сублетального действия ДДТ, так как в этом случае мы имеем дело с нарушением способности к нормальному питанию — если бы это было не так, то самки напичались бы и преодолели отравление аналогично всем вариантам контроля. Учитывая, что условием проявления сублетальных эффектов послужило воздействие пестицида на два последовательных поколения клещей, допустимо предположение о трансвариальной и трансфазовой передаче ДДТ.

Проблема сублетальных эффектов акарицидов по существу еще не привлекла внимание исследователей. Было бы желательно дальнейшее проведение работ как в направлении их расширения — выяснения агентов различного строения, вызывающих сходный эффект, так и углубления — оценки механизмов этих эффектов и их сходства или различия с известными для насекомых.

Л и т е р а т у р а

- К о з л о в а Е. Н. 1972. Биологические последствия применения инсектоакарицидов для вредных насекомых и клещей. Труды ВИЗР. Л., 35 : 120—149.
- К у р д ю к о в В. В. 1972. О характере метатоксического действия современных органических пестицидов на вредителей сельскохозяйственных растений. Энтомолог. обозр., 51 (3) : 554—560.
- Л и н е в а В. А. 1970. Влияние длительного воздействия хлорофоса на естественную популяцию комнатной мухи (*Musca domestica* L.). Мед. паразитол. и паразитарн. болезни, 39 (1) : 73—77.
- Л и н е в а В. А. и Л у р ь е А. А. 1973. Трансвариальная и трансфазовая передача ДДТ и хлорофоса у комнатной мухи *Musca domestica* L. Мед. паразитол. и паразитарн. болезни, 42 (4) : 472—480.
- Л у т т а А. С. и Ш у л ь м а н Р. Е. 1956. Лабораторное изучение токсического действия ДДТ на все фазы развития *Ixodes ricinus* L. ДАН СССР, 108 (2) : 367—369.
- М у с а т о в В. А. 1957. Морфо-физиологические изменения в организме клеща *Rhipicephalus bursa* Can. et Fanz. (1877) под действием препаратов ДДТ и гексахлорана в связи с оценкой их эффективности. Тр. Моск. вет. акад., 19 (1) : 210—223.
- П а в л о в П. 1954. Исследования върху реагирането на кърлежите на фактори от околната среда и фототропизма им при опрашване с ДДТ, НСН и дедетекс. Изв. Инст. експерим. ветерин. медицина (Болгария), 3 : 211—216.
- П а н ф и л о в а И. М. и У с п е н с к и й И. В. 1975. Реакция иксодовых клещей (*Parasitiformes*, *Ixodidae*) на свет после воздействия ДДТ. Биолог. науки, 2 : 35—37.
- У с п е н с к и й И. В. и Л е в и к о в В. Б. 1974. Развитие поражения у иксодовых клещей *Ixodes persulcatus*, *Dermacentor silvarum* и *Haemaphysalis concinna* и после воздействия ДДТ. Мед. паразитол. и паразитарн. болезни, 43 (4) : 411—417.
- У с п е н с к и й И. В., И о ф ф е И. Д. и Д и н е в а А. И. 1975. Способность самок иксодовых клещей к преодолению отравления ДДТ в процессе питания. Паразитол., 9 (5) : 404—411.
- B e a r d R. L. 1965. Ovarian suppression by DDT and resistance in the house fly (*Musca domestica* L.). Entomol. exp. et appl., 8 (2) : 193—204.
- K i t a o k a Sh. a. F u j i s a k i K. 1971. Laboratory assessment of tick-controlling chemicals against *Boophilus microplus* and *Haemaphysalis longicornis*. Sci. Pest Control, Botyu-Kagaku, 36 (1) : 27—34.
- K i t a o k a Sh. a. Y a j i m a A. 1957. Effects of insecticides on ticks. I. Inhibitory dosage to the development and change of the resistance during blood-sucking. Japan. J. Appl. Entomol. a. Zool., 1 (4) : 254—258.
- K i t a o k a Sh. a. Y a j i m a A. 1961. Comparison of effectiveness between pesticides against *Boophilus microplus* by topical application and spraying. Nat. Inst. Anim. Health Quarterly, 1 (4) : 41—52.
- M o r i a r t y F. 1969. The sublethal effects of synthetic insecticides on insects. Biol. Rev. Cambr. Philos. Soc., 44 (3) : 321—357.
- W h i t n a l l A. B. M., T h o r b u r n J. A., M c H a r d y W. M., W h i t e h e a d G. B., M e e r h o l z F. 1952. A BHC-resistant tick. Bull. Entomol. Res., 43 (1) : 51—65.

ON THE SUBLETHAL EFFECT AND AFTER-EFFECT OF DDT
ON *DERMACENTOR SILVARUM* OL. (ACARINA, IXODIDAE)

I. V. Uspensky, I. D. Ioffe

S U M M A R Y

Observations were conducted on the processes of feeding and oviposition in the females of *Dermacentor silvarum* poisoned with DDT, the ancestors of which had been subjected to this acaricide and had overcome the poisoning due to the feeding. The rise in the sensitivity to DDT in the females of the second generation and a number of pathological changes both in feeding females and in their progeny were noted.
